

# Analisa Performance Propeller B-Series dengan Pendekatan Structure dan Unstructure Meshing

Muh. Zainal Abidin, Surjo W. Adji, Irfan Syarief Arief

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: [surjowidodo.adji@gmail.com](mailto:surjowidodo.adji@gmail.com)

**Abstrak**—Propulsor (alat gerak kapal) adalah alat yang dapat digunakan untuk memindahkan/ menggerakkan kapal dari satu tempat ke tempat lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa propeller yang dihasilkan untuk kepentingan simulasi computer, akibat perbedaan meshing structure dan unstructure. Performa yang dimaksud adalah trust dan efisiensi propeller. Hal yang paling mendasar mengapa konsep CFD (software CFD) digunakan dalam penelitian ini adalah dengan CFD dapat dilakukan analisa terhadap suatu sistem dengan mengurangi biaya eksperimen dan tentunya waktu yang panjang dalam melakukan eksperimen tersebut. Dengan menggunakan dua tipe meshing tersebut didapatkan jenis meshing unstructure dalam menganalisa performance B-series mempunyai hasil yang lebih baik bila dibandingkan penggunaan jenis meshing structure.

**Kata Kunci**—CFD, Meshing, Propeller B-Series, Structure, Unstructured.

## I. PENDAHULUAN

PROPULSOR (alat gerak kapal) adalah alat yang dapat digunakan untuk memindahkan/ menggerakkan kapal dari satu tempat ke tempat lainnya. Alat gerak kapal ini, kemudian dibedakan menjadi dua. Yaitu alat gerak mekanik dan non mekanik. Alat gerak non mekanik biasanya digunakan pada kapal-kapal konvensional. Sedangkan pada kapal – kapal sekarang, banyak yang menggunakan alat gerak mekanik sebagai penggerakannya. Salah satu alat gerak mekanik dalam kapal adalah propeller. Ada dua faktor yang mempengaruhi mekanikal tersebut, diantaranya adalah material propeller dan desain dari propeller itu sendiri.

Penelitian ini adalah untuk menganalisa perbedaan performa yang dihasilkan apabila kita mendesain propeller kapal dengan menggunakan meshing structure dan unstructure melalui pendekatan software CFD (Computational Fluid Dynamic). Software dapat memberikan gambaran mengenai distribusi fluida yang terjadi dengan kondisi serta variasi yang telah ditentukan, sehingga dari gambaran tersebut dapat dianalisa mengenai aliran fluida pada propeller tersebut.

Permasalahan utama yang akan dijawab pada penelitian kali ini adalah bagaimana pengaruh jenis meshing pada saat mendesain propeller terhadap performa propeller. Untuk menegaskan dan lebih memfokuskan permasalahan yang akan dianalisa dalam penelitian tugas akhir ini, maka akan dibahas permasalahan-permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut : Propeller yang dianalisa adalah jenis B-series, jumlah blade 3, P/D konstan, simulasi menggunakan software CFD.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa propeller yang dihasilkan untuk kepentingan simulasi computer, akibat perbedaan meshing structure dan

unstructure. Performa yang dimaksud adalah trust dan efisiensi propeller.

Propeler adalah jenis baling-baling yang memberikan kekuatan dengan mengubah rotasi gerak ke gaya dorong. Propeler terdiri dari satu atau lebih blade dan beroperasi seperti perputaran sekrup. Perbedaan tekanan antara depan dan belakang permukaan airfoil berbentuk blade menghasilkan akselerasi udara atau air dibelakang blade. Propeller pada umumnya diletakkan pada kedudukan serendah mungkin di bagian belakang kapal. Propeler harus mempunyai diameter sedemikian rupa sehingga bila kapal dalam keadaan bermuatan penuh baling-baling dapat terbenam secara memadai sehingga dapat menghindari terjadinya fenomena terikutnya udara (airdrawing) dan pemacuan baling-baling (racing) ketika kapal mengalami gerakan anguk. Ditafsirkan diameter baling-baling.[1]

Kapal harus lebih kecil dari dua pertiga sarat buritan, yaitu:

$$D_{maks} < 2/3 TA \quad [2]$$

### A. Karakteristik Propeller

Karakteristik beban propeller dapat ditampilkan dengan grafik oleh beberapa koefisien dalam bentuk ukuran. Diagram memberikan Torque dan Thrust sebagai fungsi kecepatan. Karakteristik propeler terdiri dari koefisien Thrust (KT), koefisien torque (KQ), dan koefisien advanced (J) [3].

$$(K_T) = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$$

$$(K_Q) = \frac{TQ}{\rho n^2 D^5}$$

$$J = \frac{Va}{nD}$$

Dimana :

$\rho$  = massa jenis fluida ( Fluid Density )

D = diameter propeller

n = putaran propeller

Va = advanced speed

T = thrust propeler

Q = torque propeler

Untuk nilai efisiensi propeller pada open water diberikan rumus:

$$\eta_o = \frac{TVa}{2\pi nQ}$$

$$\eta_o = \frac{JK_T}{2\pi K_Q}$$

Setelah menyeleksi propeler, diagram dari open water dapat dipakai untuk menerjemahkan karakteristik tahanan kapal ke dalam karakteristik beban propeler. Oleh sebab itu, pada perkiraan sebuah kurva tahanan dapat dikonversi sebagai berikut:

Tahanan kapal ditentukan oleh rumus :

$$R = \alpha V^2 \text{ atau } R = 0.5 C_f \rho S V_s^2$$

Dengan nilai  $K = 0.5 C_f \rho S$ , sehingga dapat ditulis :

$$R = K V_s^2$$

Dimana berhubungan juga bahwa :

$$R = T(1-t) \text{ dan } V_a = V_s(1-w)$$

Sehingga :

$$T(1-t) = K \left[ \frac{V_a}{1-w} \right]^2$$

didapat nilai T sebagai :

$$T = \frac{K V_a^2}{(1-t)(1-w)}$$

Dimana :

$t = \text{thrust deduction factor}$

$w = \text{wake factor}$

sesuai karakteristik propeler, nilai thrust adalah :

$$K_T \rho n^2 D^4 = \frac{K V_a^2}{(1-t)(1-w)^2}$$

$$K_T = \frac{K V_a^2}{(1-t)(1-w) \rho D^2} \left[ \frac{V_a}{nD} \right]^2$$

Jika advance koefisien  $J = \frac{V_a}{nD}$

Maka didapatkan :

$$K_T = \frac{K V_a^2}{(1-t)(1-w) \rho D^2} [J]^2$$

Sekarang tahanan kapal dapat diberikan sebagai hubungan  $K_T$  dan  $J$ , dan saat hubungan tersebut digambarkan pada diagram open water, hubungannya dengan kurva  $K_T$  akan memberikan titik operasional dari advance koefisien propeler ( $J$ ), sehingga kita dapat menentukan koefisien torque dan efisiensi open water [3].

### B. Propeller B-Series

Propeller B-Series atau lebih dikenal dengan Wageningen merupakan propeller yang paling sering digunakan terutama pada kapal jenis merchant ship. Bentuk dari propeller B-Series sangatlah sederhana. Propeller ini mempunyai section yang modern dan karakteristik kinerja yang baik. Pada umumnya, propeller B-Series mempunyai variasi:[4]

P/D 0.5 sampai 1.4

Z 2 sampai 7

$A_E/A_0$  0.3 sampai 1.05

Di bawah ini adalah karakteristik dasar dari propeller B-Series:[4]

- Berdiameter 250 mm dan RH/R 0.167 (RH adalah jari-jari hub)
- Memiliki distribusi radial pitch yang konstan
- Sudut rake sampai 150 dengan distribusi rake linier
- Kontur blade yang cukup lebar
- Mempunyai segmental tip blade section dan aerofoil section pada jari-jari dalam.

### C. Computational Fluid Dynamic

Program CFD yang digunakan disini adalah sebagai alat bantu pemodelan atas konfigurasi propeller yang akan dianalisa. Selanjutnya dilakukan modifikasi bentuk atau variasi, dimulai dari banyaknya blade, diameter serta pitch propeler. Dari pemodelan ini nantinya akan diperoleh data distribusi tekanan yang akan diolah lebih lanjut sehingga hasil akhir diperoleh gambaran distribusi tekanan, area, dan wall shear.

Computational Fluid Dynamic merupakan ilmu sains dalam penentuan penyelesaian numerik dinamika fluida. Secara umum proses penghitungan CFD terdiri atas 3 bagian utama:[5]

1. Preprocessor
2. Processor
3. Postprocessor

Preprocessor adalah tahap dimana data diinput mulai dari pendefinisian domain serta pendefinisian kondisi batas atau boundary condition. Ditahap itu juga sebuah benda atau ruangan yang akan analisa dibagi-bagi dengan jumlah grid tertentu atau sering disebut juga dengan meshing. Tahap selanjutnya adalah processor, pada tahap ini dilakukan proses penghitungan data-data input dengan persamaan yang terlibat secara iteratif. Artinya penghitungan dilakukan hingga hasil menuju error terkecil atau hingga mencapai nilai yang konvergen. Penghitungan dilakukan secara menyeluruh terhadap volume kontrol dengan proses integrasi persamaan diskrit. Tahap akhir merupakan tahap postprocessor dimana hasil perhitungan diinterpretasikan dalam gambar, grafik bahkan animasi dengan pola-pola warna tertentu.

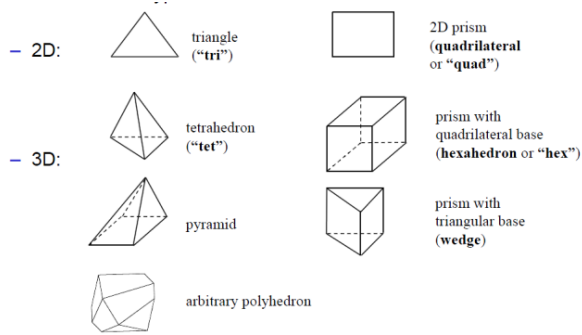
Hal yang paling mendasar mengapa konsep CFD (software CFD) banyak sekali digunakan dalam dunia industri adalah dengan CFD dapat dilakukan analisa terhadap suatu sistem dengan mengurangi biaya eksperimen dan tentunya waktu yang panjang dalam melakukan eksperimen tersebut. Atau dalam proses design engineering tahap yang harus dilakukan menjadi lebih pendek. Hal lain yang mendasari pemakaian konsep CFD adalah pemahaman lebih dalam akan suatu masalah yang akan diselesaikan atau dalam hal ini pemahaman lebih dalam mengenai karakteristik aliran fluida dengan melihat hasil berupa grafik, vektor, kontur dan bahkan animasi. Adapun beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan CFD antara lain:

- Meminimumkan waktu dan biaya dalam mendesain suatu produk, bila proses desain tersebut dilakukan dengan uji eksperimen dengan akurasi tinggi.
  - Memiliki kemampuan sistem studi yang dapat mengendalikan percobaan yang sulit atau tidak mungkin dilakukan dalam eksperimen.
  - Memiliki kemampuan untuk studi di bawah kondisi berbahaya pada saat atau sesudah melewati titik kritis (termasuk studi keselamatan dan skenario kecelakaan).
  - Keakuratannya akan selalu dikontrol dalam proses desain.
- Aplikasi dari CFD untuk penyelesaian masalah aliran pada propeller telah mengalami kemajuan cukup pesat pada akhir-akhir ini. Bahkan pada saat ini teknik CFD merupakan bagian dari proses desain dalam diagram spiral perancangan [7].

### D. Mesh

Persamaan diferensial parsial yang mengatur aliran fluida dan perpindahan panas biasanya tidak bisa menerima solusi analitis, kecuali kasus yang sangat sederhana. Oleh karena itu, untuk menganalisa aliran fluida, aliran domain dibagi menjadi subdomain yang lebih kecil (terdiri dari geometris primitif seperti hexahedra dan tetrahedra di 3D, dan segiempat dan segitiga di 2D) dan Persamaan pengatur terdiskritisasi diselesaikan dalam masing-masing bagian dari domain. Masing-masing bagian dari domain dikenal sebagai unsur atau sel, dan kumpulan semua elemen ini dikenal sebagai mesh atau grid. Ada banyak sel dari beberapa

bentuk grid yang tersedia. Tergantung pada problem dan cara penyelesaian.[8] Adapun beberapa bentuk elemen atau sel antara lain:



Gambar 1.1. Tipe-Tipe Grid [6]

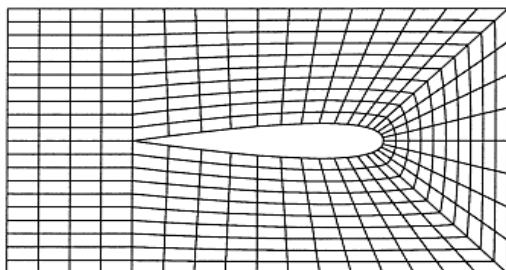
Proses untuk mendapatkan sebuah mesh yang tepat (atau grid) disebut *mesh generation* (atau *grid generation*), dan telah lama dianggap sebagai hambatan dalam proses analisis karena kurangnya prosedur *mesh generation* secara otomatis. Programs software khusus telah dikembangkan untuk tujuan mesh dan generasi grid, dan penggunaan software yang baik dan keahlian dalam menggunakan software ini sangat penting untuk keberhasilan dari upaya pemodelan.

#### E. Mesh Klasifikasi

Elemen-elemen dalam mesh dapat diklasifikasikan dalam berbagai cara - yang paling mudah didasarkan pada dimensi dan jenis elemen. Elemen umum dalam 2D adalah segitiga atau persegi panjang, dan elemen umum dalam 3D tetrahedral atau batu bata. Bentuk paling dasar dari klasifikasi mesh berdasarkan konektivitas mesh: terstruktur atau tidak terstruktur [7].

#### F. Structure Mesh

Sebuah jala terstruktur ditandai dengan konektivitas biasa yang dapat dinyatakan sebagai susunan dua dimensi atau tiga dimensi. Ini membatasi pilihan elemen segiempat dalam 2D atau hexahedra dalam 3D. Contoh mesh di bawah adalah mesh terstruktur, karena kita bisa menyimpan konektivitas mesh dalam 12 hingga 40 susunan. Keteraturan konektivitas memungkinkan kita untuk menghemat ruang karena hubungan lingkungan ditentukan oleh pengaturan penyimpanan. Klasifikasi tambahan dapat dibuat pada apakah mesh adalah konformal atau tidak.[7]

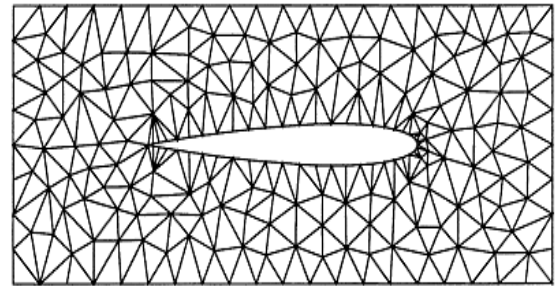


Gambar 1.2. Structure Mesh [8]

#### G. Unstructure Mesh

Sebuah mesh tidak terstruktur ditandai dengan konektivitas tidak teratur tidak mudah dinyatakan sebagai susunan dua atau tiga dimensi dalam memori komputer. Hal ini memungkinkan untuk menggunakan setiap elemen.

Dibandingkan dengan structure mesh, persyaratan penyimpanan untuk sebuah mesh tidak terstruktur dapat secara substansial lebih besar bila konektivitas lingkungan secara eksplisit disimpan.[7]



Gambar 1.3. Unstructure Mesh[8]

## II. METODOLOGI

Metodologi penelitian adalah kerangka dasar dari tahapan penyelesaian tugas akhir. Metodologi tersebut mencakup semua kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan skripsi ini. Metodologi tugas akhir ini dapat dilihat secara lengkap melalui gambar 4. penjelasan untuk seluruh proses dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### A. Identifikasi dan perumusan masalah

Pada proses ini akan dilakukan suatu identifikasi dan perumusan masalah yaitu tentang analisa perhitungan propeller dengan metode *computational fluid dynamics* (cfd), dimana variabel yang divariasikan adalah jenis meshing, yang nantinya akan dihasilkan hubungan antara jenis meshing dan *thrust* ataupun *efisiensi*, serta jenis meshing yang optimum untuk simulasi propeller pada komputer.

#### B. Studi literatur

Tahapan selanjutnya adalah melakukan studi literatur dengan tujuan untuk merangkum teori-teori dasar, acuan secara umum dan khusus, serta untuk memperoleh berbagai informasi pendukung lainnya yang berhubungan dengan pengerjaan tugas akhir ini. Studi literatur ini dapat diperoleh dari buku, jurnal, paper atau dari internet yang mendukung bahasan dari tugas akhir ini. Selain itu bisa juga dengan melakukan tanya jawab dengan pihak yang berkepentingan dan berkompeten pada bahasan ini.

#### C. Pembuatan model propeller

Pembuatan model propeller menggunakan software CFD. Model propeller yang dibuat menggunakan propeller B-series mempunyai diameter 3 m dengan jumlah blade propeller 3. Setelah dibuat propeller dengan jumlah blade tersebut, selanjutnya memvariasikan jenis meshing dari propeller tersebut, adapun jenis meshing yang digunakan adalah *structure* dan *unstructure*.

#### D. Pengujian Model dan Pencatatan Data

Setelah pembuatan model yang akan diuji selesai langkah selanjutnya yaitu pengujian model dan pencatatan data, pengujian model dilakukan pada Numeca dengan memvariasikan nilai rps dari tiap-tiap propeller, variasi nilai propeller yang digunakan adalah 1.8 rps, 2.1 rps, 2.4 rps, 2.7 rps, dan 3 rps. Pengujian model ini bertujuan untuk mengetahui area, tekanan, dan juga *wall shear* pada *face* dan

*back* yang terjadi akibat adanya variasi jenis meshing dan variasi rps pada propeller yang telah dibuat dengan tiap-tiap variable .

#### E. Analisa Data dan Pembahasan

Setelah simulasi pada CFD selesai selanjutnya adalah analisa data dan pembahasan yaitu membandingkan data yang sudah didapat dari pengujian model pada tiap – tiap variable serta menampilkan data tersebut dalam grafik.

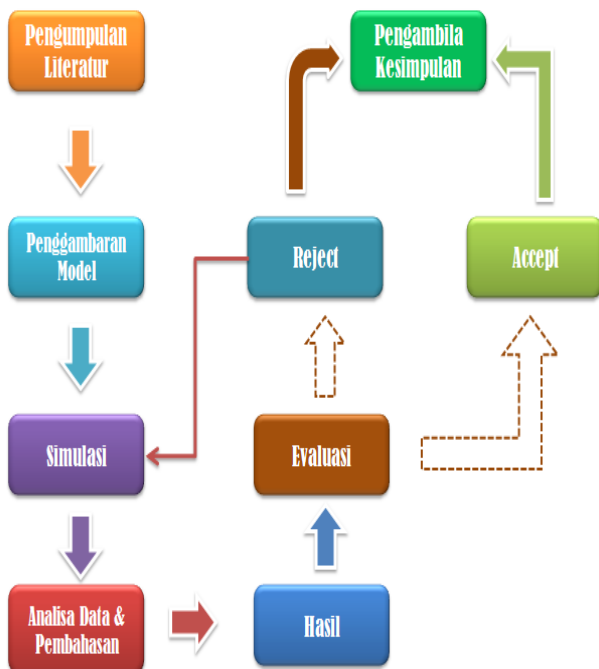
#### F. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa data dan pembahasan selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari analisa data yang sudah dilakukan dan memberikan saran-saran atau rekomendasi yang relevan sebagai pertimbangan di waktu yang akan datang.

#### G. Dokumentasi

Seluruh tahapan penelitian diatas didokumentasikan kedalam bentuk penulisan laporan tugas akhir dan sekaligus merupakan tahap penyempurnaan akhir penelitian yang dilakukan.

Diagram alur pengerjaan tugas akhir berikut:

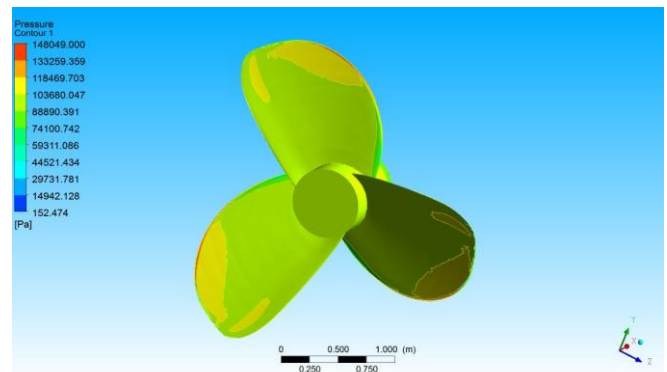


Gambar 2.1 Metedologi Pengerjaan

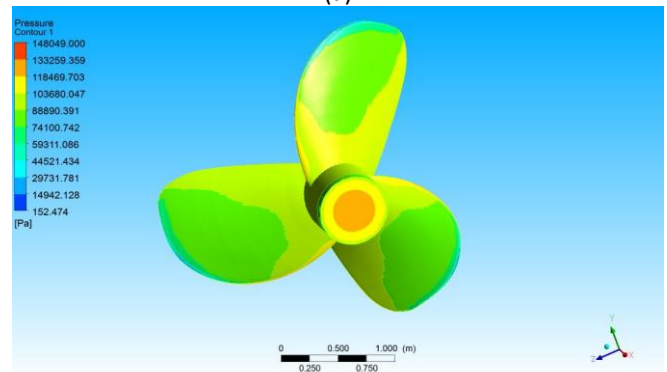
### III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### A. Model Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi model akan didapatkan beberapa data yang dibutuhkan untuk analisa yaitu luas area ( $m^2$ ), tekanan (Pa), dan tegangan geser (Pa) baik pada *face* maupun pada *back*. Dari 2 model yang ada dan setelah dirunning dengan masing-masing sebanyak 5 variasi maka akan didapatkan data sebanyak 10 kali. Data-data tersebut akan digunakan untuk analisa lebih lanjut mengenai distribusi aliran luida pada masing-masing rake yang nantinya akan berpengaruh terhadap *thrust*, *effisiensi* dan *torque* dari *propeller*. Hasil simulasi berupa kontur tekanan dan juga tegangan geser pada *blade 3 unstructure mesh* dengan putaran 1,8 rps dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



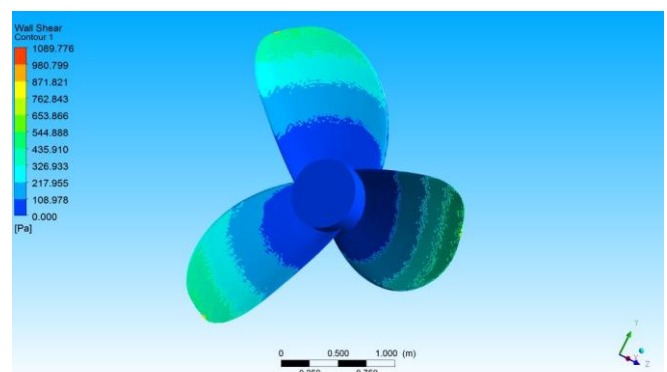
(a)



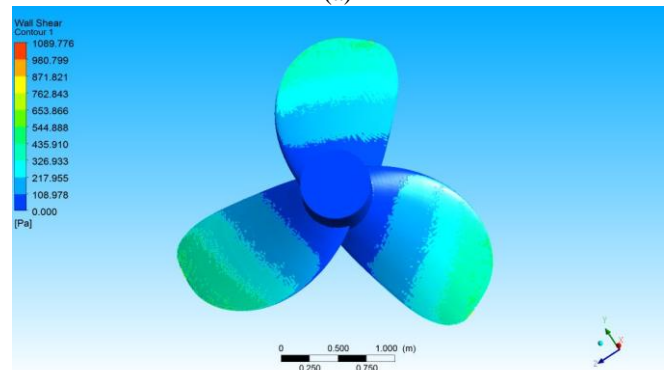
(b)

Gambar 3.1

- a) Kontur Tekanan Face Pada Blade 3 Unstructure Mesh  
b) Kontur Tekanan Back Pada Blade 3 Unstructure Mesh



(a)



(b)

Gambar 3.2

- a) Kontur Tegangan Geser Face Pada Blade 3 Unstructure Mesh  
b) Kontur Tegangan Geser Back Pada Blade 3 Unstructure Mesh

#### B. Analisa Data Hasil Simulasi



Pada tahap ini, data yang diperoleh dari proses simulasi yaitu *pressure*, *wallshear* dan *area* diambil untuk menentukan proses validasi dan variasi dari percobaan yang dilakukan.

#### a. Variasi

Berdasarkan permasalahan dan batasan masalah yang sudah diuraikan di bab sebelumnya maka didapatkan variasi seperti pada tabel 1.

Tabel 3.1. Variasi Pengujian dengan CFD

PROPELLER	VARIASI	
3 BLADE B-SERIES	JENIS MESHING	n(rps)
	UNSTRUCTURE MESH	1.8
		2.1
		2.4
		2.7
		3.0
	STRUCTURE MESH	1.8
		2.1
		2.4
		2.7
		3.0

#### b. Data yang Diperoleh dari Hasil Simulasi Variasi

Pada tahap ini, diperoleh data dari hasil perhitungan yang dilakukan berdasarkan hasil simulasi dan dapat ditabulasikan pada tabel – tabel berikut:

Tabel 3.2. Hasil Variasi Mesh Dan RPS Pada Propeller 3 Blade

PROPELLER B-SERIES 3 BLADE				
MESHING	RPS	THRUST (kN)	TORQUE (kNm)	EFFISIEN SI
UNSTRUCTURE	1.8	695.45	191.574	0.726
	2.1	658.37	181.853	0.621
	2.4	613.44	169.999	0.541
	2.7	572.35	159.224	0.479
	3.0	508.59	142.311	0.429
STRUCTURE	1.8	612.48	168.777	0.726
	2.1	540.49	149.514	0.620
	2.4	453.17	126.114	0.539
	2.7	350.25	98.516	0.474
	3.0	231.18	66.568	0.417

#### c. Validasi

Pada tahap ini, diperoleh data dari hasil perhitungan yang dilakukan berdasarkan hasil validasi dan dapat ditabulasikan pada tabel – tabel berikut:

Tabel 3.3 Hasil Validasi perhitungan pada Propeller 3 Blade

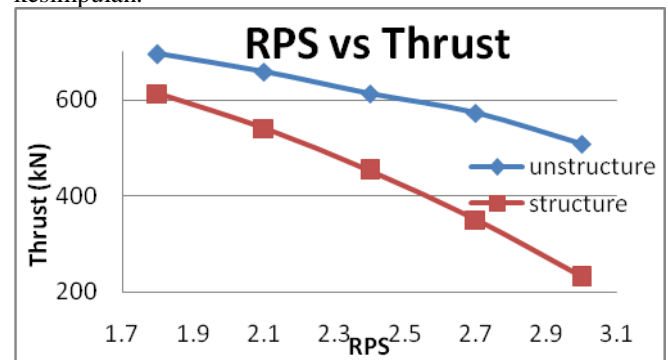
Propeller B-Series Blade				
RPS	J	THRUST (kN)	TORQUE (kNm)	EFFISIENSI
1.8	0.419	653.967	180.17	0.725
2.1	0.359	599.434	165.684	0.619
2.4	0.314	533.307	148.057	0.540
2.7	0.279	461.300	128.870	0.477
3.0	0.252	269.881	104.439	0.424

#### C. Pembahasan

Data-data yang ada didalam table 3.2. kemudian diplotkan kedalam bentuk grafik untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing model yang telah divariasikan. Berikut adalah pembahasan dari ketiga table tersebut.

##### a. Hubungan antara Variasi Rps dengan Thrust

Pada sub bab ini akan dibuat grafik hubungan antara rps dengan *thrust* dengan nilai J (*koefisien advanced*) yang berbeda-beda yang mengacu pada data-data yang ada pada tabel pada sub bab 4.3.3. grafik-grafik tersebut nantinya akan dilakukan suatu pembahasan untuk menjawab rumusan masalah yang akan digunakan untuk menarik suatu kesimpulan.

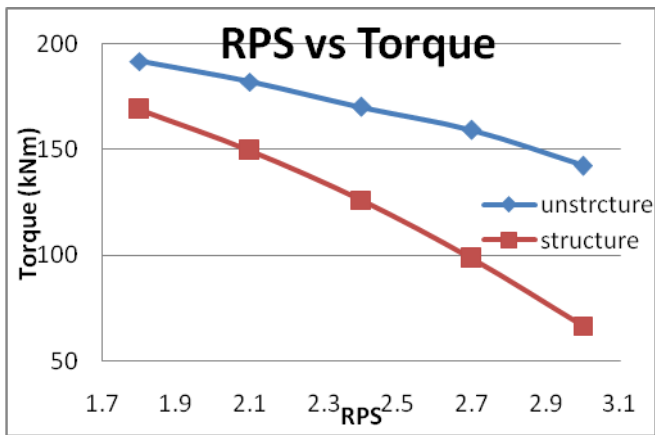


Gambar 4.13 Grafik Hubungan RPS dengan Thrust Pada Propeller 3 Blade

Dari ketiga grafik diatas dapat dilihat bahwa hubungan antara rps dengan *thrust* pada kedua jenis mesh berbanding terbalik dimana *thrust* bergerak turun dari 1.8 rps hingga 3 rps, hal ini dikarenakan nilai J (*koefisien advanced*) berbeda-beda. Nilai *thrust* terbesar terjadi pada *mesh unstructure* dengan putaran 1.8 rps yang mempunyai nilai 695.45 kN, sedangkan *thrust* terendah terdapat pada *mesh structure* pada putaran 3 rps dengan nilai 231.18 kN.

##### b. Hubungan antara Variasi RPS dengan Torque

Pada sub bab ini akan dibuat grafik hubungan antara rps dengan *torque* dengan nilai J (*koefisien advanced*) yang berbeda-beda yang mengacu pada data-data yang ada pada tabel pada sub bab 4.3.3. berikut merupakan grafik-grafik hubungan antara *rps* dengan *torque*.

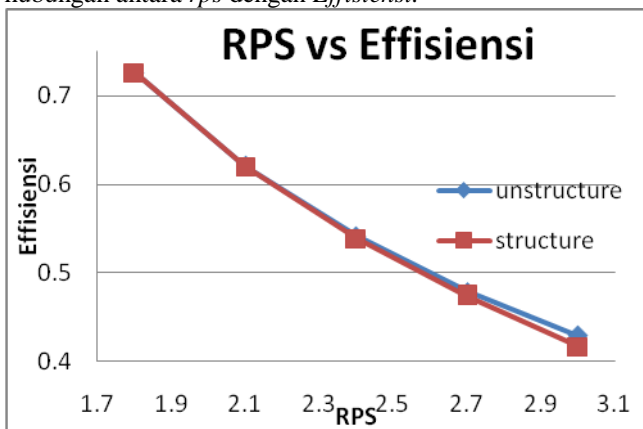


**Gambar 4.14** Grafik Hubungan RPS dengan Torque Pada Propeller 3 Blade

Dari ketiga grafik diatas dapat dilihat bahwa hubungan antara rps dengan torque pada semua blade dan tiap-tiap sudut rake berbanding terbalik dimana torque bergerak turun dari 1.8 rps hingga 3 rps, hal ini dikarenakan nilai  $J$  (koefisien advanced) berbeda-beda. Nilai torque terbesar terjadi pada mesh ustructure dengan putaran 1.8 rps yang mempunyai nilai 191.574 kN, sedangkan torque terendah terdapat pada mesh structure pada putaran 3 rps dengan nilai 66.568 kN.

#### c. Hubungan antara variasi RPS dengan Effisiensi

Pada sub bab ini akan dibuat grafik hubungan antara rps dengan Effisiensi dengan nilai  $J$  (koefisien advanced) yang berbeda-beda yang mengacu pada data-data yang ada pada tabel pada sub bab 4.3.3. berikut merupakan grafik-grafik hubungan antara rps dengan Effisiensi.



**Gambar 4.15** Grafik Hubungan RPS dengan Effisiensi Pada Propeller 3 Blade

Dari ketiga grafik diatas dapat dilihat bahwa hubungan antara rps dengan effisiensi pada semua blade dan tiap-tiap sudut rake berbanding terbalik dimana torque bergerak turun dari 1.8 rps hingga 3 rps, hal ini dikarenakan nilai  $J$  (koefisien advanced) berbeda-beda. Nilai effisiensi terbesar terjadi pada mesh ustructure dengan putaran 1.8 rps yang mempunyai nilai 0.726 kN, sedangkan effisiensi terendah terdapat pada mesh structure pada putaran 3 rps dengan nilai 0.417 kN.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi, analisa data, dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Thrust terbesar terdapat pada mesh unstructure pada putaran 1.8 rps dengan nilai 695.45 kN, sedangkan

thrust terendah terdapat pada mesh structure pada putaran 3 rps dengan nilai 231.18 kN.

2. Torque terbesar terdapat pada mesh unstructure pada putaran 1.8 rps dengan nilai 191.574 kN, sedangkan torque terendah terdapat pada mesh structure pada putaran 3 rps dengan nilai 66.568 kN.
3. Effisiensi terbesar terdapat pada mesh unstructure pada putaran 1.8 rps dengan nilai 0.726, sedangkan effisiensi terendah terdapat pada mesh structure pada putaran 3 rps dengan nilai 0.417.
4. Penggunaan jenis meshing unstructured dalam menganalisa performance B-series mempunyai hasil yang lebih baik bila dibandingkan penggunaan jenis mesing structure.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Samsu Hudah Ismail, "Perancangan Program Pemilihan Propeller Jenis Wageningen B Series Berbasis Efisiensi," Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya (2010).
- [2] S. V. Aa. Harvald, Tahanan dan Propulsi Kapal, The Technical University of Denmark, Denmark (1992).
- [3] Surjo W. Adji (2005). Engine Propeller Matching [Online]. Available: [oc.its.ac.id/ambilfile.php?idp=87](http://oc.its.ac.id/ambilfile.php?idp=87).
- [4] Michael M. Bernitsas, D. Ray dan P. Kinley, "KT, KQ and Efficiency Curves for the Wageningen B-series Propellers," Report of Design Project, Department of Naval Architecture and Marina Engineering, The University of Michigan. Michigan (1981).
- [5] Wisnu Cahyaning Ati, "Analisa Pengaruh Variasi Sudut Rake Propeller B-Series Terhadap Distribusi Aliran Fluida Dengan Metode CFD," Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya (2011).
- [6] Anonim. Tipe-Tipe Grid [Online]. Available: [http://www.cfd-online.com/Wiki/Mesh\\_generation](http://www.cfd-online.com/Wiki/Mesh_generation).
- [7] Widyatno, "Analisa Aliran pada Ducted Propeller dengan Pendekatan CFD (Computational Fluid Dynamics)," Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya (2012).
- [8] M. Farrashkhalvat dan J.P. Miles, Basic Structured Grid Generation with an introduction to unstructured grid generation, United Kingdom: Butterworth-Heinemann (2003).